

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-115470

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)4月16日

H 01 M 8/18
H 02 J 15/00

Z

9062-4K
9061-5G

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 電力貯蔵発電装置

⑯ 特 願 平2-234543

⑰ 出 願 平2(1990)9月6日

⑱ 発 明 者 前 川 務 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社
内
⑱ 発 明 者 福 山 直 人 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社
内
⑱ 発 明 者 田 辺 清 一 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号 三菱重工業株式会
社内
⑱ 発 明 者 芝 剛 史 東京都千代田区大手町2丁目3番6号 株式会社三菱総合
研究所内
⑲ 出 願 人 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
⑲ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号
⑳ 代 理 人 弁理士 絹谷 信雄

明 細 書

1. 発明の名称

電力貯蔵発電装置

2. 特許請求の範囲

1. 電力余剰時の電力を蓄え、これを電力不足時に使用するための電力貯蔵発電装置において、水素極と酸素極とが電解質で挟まれて形成されると共にその極の両側にマニホールドが形成された酸素水素電気化反応装置と、上記水素極側マニホールドに水蒸気を供給する蒸気供給ラインと、製造された水素を貯蔵する水素貯蔵装置と、発電時に酸素水素電気化反応装置の水素極側マニホールドに水素を供給する水素供給ライン及び酸素極側マニホールドに空気を供給する空気供給ラインと、電解時に両極に余剰電力を直流に変換して供給すると共に発電時の直流を交流に変換する電力調整装置とを備えたことを特徴とする電力貯蔵発電装置。

2. 電力余剰時の電力を蓄え、これを電力不足

時に使用するための電力貯蔵発電装置において、水蒸気を原料とし、これを余剰電力で電解して水素と酸素を製造する電解式水素製造装置と、その電解式水素製造装置へ水蒸気を供給すると共に製造された酸素を燃焼空気とするボイラプラントと、製造された水素を貯蔵する水素貯蔵装置と、貯蔵された水素と空気中の酸素とを反応させて発電を行う燃料電池と、余剰電力を直流に変換して電解式水素製造装置に給電すると共に燃料電池からの直流を交流に変換する電力調整装置とを備えたことを特徴とする電力貯蔵発電装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、余剰電力を蓄えて電力不足時にこれを使用するための電力貯蔵発電装置に関するものである。

[従来の技術]

今日のエネルギー情勢を展望すると、資源的に乏しく環境に悪影響を及ぼす化石燃料に代わ

って、原子力と自然エネルギー（特に太陽エネルギー）が一次エネルギー源となることが期待される。

原子力発電は、技術的・経済的に一定出力運転が望ましく、原子力発電の比率が高くなると、電力余剰時に電力を貯蔵し、不足時にこれを使用することの必要性が高まってくる。

従来、電力貯蔵と発電とを行うものとして、レドックスフロー形電池による電力貯蔵発電システムがある。このシステムは、正極液に $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 塩酸溶液、負極液に $\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}^{3+}$ 塩酸溶液を用い、充電時には正極液を $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$ 、負極液を $\text{Cr}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$ とし、放電時にはこの逆の反応を行って充電と発電を行うものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、レドックスフロー形電池による電力貯蔵発電システムは、貯蔵形態が、 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 塩酸溶液、 $\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}^{3+}$ 塩酸溶液であり、強酸やクロムなどによる腐蝕、保安、環境保護等

に問題がある。

そこで近年、余剰電力で水を電気分解して水素を取り出すと共にそれを貯蔵し、電力不足時にその貯蔵した水素を燃料電池に供給して発電を行うことが提案されている。この水素貯蔵による発電は、上述したレドックスフロー形電池による電力貯蔵発電システムと違って水と水素と酸素であり貯蔵等の扱いが容易であるが、発電効率は極めて効率が悪いと見なされている。

本発明は上記事情を考慮してなされたもので、電力余剰時にこれを蓄え、必要時にこれを使用できると共に発電効率のよい電力貯蔵発電装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、上記の目的を達成するために、電力余剰時の電力を蓄え、これを電力不足時に使用するための電力貯蔵発電装置において、水素極と酸素極とが電解質で挟まれて形成されると共にその極の両側にマニホールドが形成された酸素水素電気化反応装置と、上記水素極側マニホールドに水

蒸気を供給する蒸気供給ラインと、製造された水素を貯蔵する水素貯蔵装置と、発電時に酸素水素電気化反応装置の水素極側マニホールドに水素を供給する水素供給ライン及び酸素極側マニホールドに空気を供給する空気供給ラインと、電解時に両極に余剰電力を直流に変換して供給すると共に発電時の直流を交流に変換する電力調整装置とを備えたものである。また電力余剰時の電力を蓄え、これを電力不足時に使用するための電力貯蔵発電装置において、水蒸気を原料とし、これを余剰電力で電解して水素と酸素を製造する電解式水素製造装置と、その電解式水素製造装置へ水蒸気を供給すると共に製造された酸素を燃焼空気とするボイラプラントと、製造された水素を貯蔵する水素貯蔵装置と、貯蔵された水素と空気中の酸素とを反応させて発電を行う燃料電池と、余剰電力を直流に変換して電解式水素製造装置に給電すると共に燃料電池からの直流を交流に変換する電力調整装置とを備えたものである。

〔作用〕

上記の構成によれば、余剰電力で水蒸気を電気分解して水素を製造し、その水素を貯蔵することで効率よく電気分解すると共に製造した水素を長期に保存でき、また電力不足時に燃料電池にその水素を供給して発電を行うことで、保存した電力を使用できる。

〔実施例〕

以下、本発明の好適実施例を添付図面に基づいて説明する。

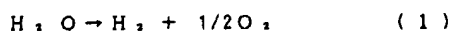
第1図は本発明の一実施例を示すもので、基本的には電解槽と燃料電池からなる電解式水素製造装置兼燃料電池プラント1と、電解式水素製造装置兼燃料電池プラント1と電源ライン2とを接続する電力調整装置3からなる。

先ず電解式水素製造装置兼燃料電池プラント1の電解槽と燃料電池を共用する酸素水素電気化学反応装置4は、第2図に示すように反応槽5の中央に反応三層膜6が設けられたものからなる。この反応三層膜6は、電解質7を水素極8と酸素極

9で挟んだ構造からなり、電解質7としてはイットリア安定化ジルコニア、水素極8としてはNi多孔質板、酸素極9としては LaMnO_3 （ランタンマンガンナイト）多孔質板であり、この他にも種々の組合せがある。

反応槽5内には、反応三層膜6の水素極8側に水素極側マニホールド10が形成され、酸素極9側に酸素極側マニホールド11が形成される。

この酸素水素電気化学反応装置4の電解時は、水素極側マニホールド10に800℃以上の蒸気が供給され、水素極8と酸素極9に直流電圧が印加されて、 H_2O を下式に示す反応で分解する。この際、水素極（陽極）側に水素ガスが発生し、また酸素極（陰極）側に酸素ガスが発生する。

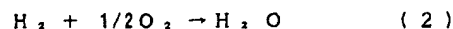


なおこの時反応槽5内では供給された H_2O の全量が(1)式の反応で消費されないため、水素極の出口側では H_2O と H_2 との混合ガスが出ていくこととなる。

他方燃料電池として使用する際には、その水素

極側マニホールド10に H_2 を供給し、酸素極側マニホールド11に O_2 を供給することで水の電気分解と逆の反応で発電を行うようになっている。

この燃料電池としての反応槽5内では、上記(1)式の逆の反応である(2)式の反応がなされ、水素極8と酸素極9間に電圧0.6～0.9Vの直流電力が発生する。



さて第1図において、酸素水素電気化学反応装置4の水素極側マニホールド10には、水蒸気供給ライン12と水素供給ライン13が接続され、酸素極側マニホールド11には空気供給ライン14が接続される。

水蒸気供給ライン12は、貯水槽15からの水がポンプ16で圧送され、複数の熱交換器17、18を通り、水蒸気側バルブ19より熱交換器20を通過して800℃以上の水蒸気とされ水素極側マニホールド10に供給されるようになっている。また生成された H_2 及び未反応 H_2O は、熱交換器20を通り、分離装置21で H_2O と H_2

とに分離され、 H_2O は貯水槽15に戻され、 H_2 は、コンプレッサー22で昇圧された後、水素供給ライン13を逆向きに流れ、貯蔵用バルブ23を介して H_2 貯槽24に貯蔵される。また水素供給ライン13は、 H_2 貯槽24からの H_2 がポンプ25にて水素側バルブ26を通り、さらに中間バルブ27を介し熱交換器20を通過して水素極側マニホールド10に導入されるようになっている。

また酸素は、大気がエアフィルタ28を介してコンプレッサー29に導入され昇圧され、熱交換器30を通して酸素極側マニホールド11に導入される。またマニホールド11に導入された後の未反応酸素を含む空気は、熱交換器30を通して系外に排出されるようになっている。

この第1図の実施例においては、電力余剰時は水の電気分解による水素貯蔵運転を行う。先ず電力調整装置3より電源ライン2の余剰電力を直流に変換して水素極8と酸素極9に印加する。この水素貯蔵運転の際、水素供給ライン13のバルブ

26、27は閉じておき、水蒸気側バルブ19及び貯蔵用バルブ23を開としておく。この状態で水蒸気供給ライン12より水素極側マニホールド10に水蒸気を供給する。すなわち、貯水槽15からの水がポンプ16で圧送され、複数の熱交換器17、18を通り、水蒸気側バルブ19より熱交換器20を通過して800℃以上の水蒸気とされ水素極側マニホールド10に供給される。この際、水を加熱する熱交換器17、18はBWRなどの原子力発電で生じた蒸気や火力発電での蒸気などを熱源として用いる。また酸素極マニホールド11には、反応三層膜6の圧力バランスとして空気供給ライン14より、水素極マニホールド10と同圧となるよう空気がキャリアガスとして供給される。

水素極側マニホールド10で分解された H_2 及び未反応 H_2O は、熱交換器20を通り分離装置21で H_2O と H_2 とに分離され、 H_2O は貯水槽15に戻され、 H_2 は、コンプレッサー22で昇圧された後、水素供給ライン13を逆向きに流

れ、貯蔵用バルブ23を介してH₂貯槽24に貯蔵される。また酸素は、反応三層膜6を通して酸素側マニホールド11に流れ、熱交換器30を通して系外に排出される。

また電力不足時には、H₂貯槽24に貯蔵された水素を水素供給ライン13より水素極側マニホールド10に供給し、また空気供給ライン14より酸素極側マニホールド11に酸素(空気)を供給して酸素水素電気化学反応装置4にて発電を行う。この発電運転の際、水蒸気側バルブ19及び貯蔵用バルブ23を閉じ、水素供給ライン13のバルブ26、27を開としておく。H₂貯槽24からのH₂は、ポンプ25にて水素側バルブ23を通り、さらに中間バルブ27を介し熱交換器20を通して水素極側マニホールド10に導入される。また酸素は、大気がエアフィルタ28を介してコンプレッサー29に導入され昇圧され、熱交換器30を通して酸素極側マニホールド11に導入される。

酸素水素電気化学反応装置4では、反応三層膜

6で上述した(2)式の反応にて水素と酸素を反応させる。この反応で生じた直流電力を電力調整装置3で交流電力に変換し電源ライン2より不足電力を補う電力として使用される。

また水素極側マニホールド10の出口からはH₂O、H₂の混合ガスが排出され、また酸素極側マニホールド11の出口からはO₂濃度の薄くなった空気がそれぞれ別個に排出される。水素極側マニホールド10の出口からのH₂O、H₂の混合ガスは熱交換器10で入口ガスと熱交換されて熱回収された後、分離装置21でH₂OとH₂とに分離され、H₂Oは貯水槽15に戻され、H₂は、コンプレッサー22で昇圧された後、再度H₂貯槽24からのH₂と共に中間バルブ27を介し水素極側マニホールド10に循環される。また酸素極側マニホールド11の出口のO₂濃度の薄くなった空気は、熱交換器30を通り、そこで入口側空気と熱交換された後系外に排出される。

この水素製造運転と発電運転は、例えば午後6時から午前6時までは余剰電力で運転し、午前6

時から午後6時の電力不足時は、発電運転を行って不足電力を補う運転を行う。

第3図は、電解及び発電温度に対する印加電圧及び発生電圧の関係を示し、ラインAは理論電圧ライン、ラインBは電解時の印加電圧ライン、ラインCは発電時の発生電圧ラインを示す。この図において、温度を上昇させると電解及び印加電圧は低くなり、また印加電圧に対する発電電圧の差も小さくなることが判る。従って高温で電解及び発電を行うことで効率の良い運転が行える。

第4図は本発明の他の実施例を示すものである。この第4図の実施例は、第1図の実施例と基本的に同一であり、水蒸気供給ライン12の熱交換器18の熱源を具体的に示したものである。

先ず電解時に、酸素水素電気化学反応装置4の水素極側マニホールド10に送り込まれる水蒸気は800℃以上の高温である必要がある。そのような水蒸気は、先ず給水が貯水槽15からポンプ16を経て、第1の熱交換器17で100～200℃に加熱され、次いで第2の熱交換器18

で高温ガス冷却式原子炉40で発生した熱により700～800℃に加熱され、水蒸気バルブ19を介し入口側熱交換器20で、出口ガスと熱交換されて水素極側マニホールド10に送り込まれる。

この高温ガス冷却式原子炉40で発生した熱は、通常の電力不足時には蒸気タービン41を作動するものである。すなわち高温ガス冷却式原子炉40には一次ヘリウム循環ライン42が接続され、そのライン42にヘリウム熱交換器43が接続される。他方蒸気タービン41には、その蒸気出入口に蒸気ライン44が接続され、出口側より凝縮器45、循環ポンプ46、蒸気加熱器47が接続され、その蒸気加熱器47の蒸気がライン44にてタービン41に供給されるようになっている。またこの蒸気タービン41で発電機48を駆動するようになっている。このヘリウム循環ライン42のヘリウム熱交換器43と蒸気ライン44の蒸気加熱器47間を結ぶタービン側二次ヘリウム循環ライン49が接続され、他方そのタービン側二次ヘリウム循環ライン49と並列にヘリウム熱

交換器43と第2の熱交換器8を結ぶ電解側二次ヘリウム循環ライン50が接続され、両ライン49、50を切り替えるタービン側バルブ51、52と電解側バルブ53、54が接続される。

この第4図の実施例において、電力余剰時には、高温ガス冷却式原子炉40で発生した熱は、蒸気供給ライン12の給水の加熱用として使用される。この場合タービン側バルブ51、52が閉じられ、電解側バルブ53、54が開とされる。高温ガス冷却式原子炉40で発生した熱でヘリウム循環ライン42のヘリウムが加熱され、その熱がヘリウム熱交換器43で電解側二次ヘリウム循環ライン50を循環する二次ヘリウムが加熱され、その二次ヘリウムの熱で第2熱交換器18を通る200℃程度に加熱された給水を800℃に加熱することとなる。

また電力不足時には、タービン側バルブ51、52が開とされ、電解側バルブ53、54が閉とされる。高温ガス冷却式原子炉40のヘリウム循環ライン42のヘリウムは、ヘリウム熱交換器

43でタービン側二次ヘリウム循環ライン49を循環する二次ヘリウムを加熱し、その二次ヘリウムが蒸気加熱器47で蒸気ライン44の給水を加熱し、その蒸気でタービン41が回されると共に発電機48が駆動されることとなる。

この実施例においては、高温ガス冷却式原子炉40は電力余剰時も不足時も常時出力一定運転が可能となる。

第5図は本発明の他の実施例を示し、第4図に示した高温ガス冷却式原子炉40で発生した熱で、蒸気供給ライン12の給水の加熱する代りに給水ラインにボイラを接続したものである。

先ずボイラ60は、給水ポンプ61からの給水が、給水バルブ62を介し、ボイラ60内の伝熱管63で加熱され、気液分離ドラム64で気液分離され、その蒸気が蒸気バルブ65より蒸気ライン66に流れ、蒸気タービン67に供給されて発電機68を駆動した後、凝縮器69に流れ、再度給水ポンプ61で循環されるようになっている。

他方貯水槽15の水は、ポンプ16より給水ラ

イン70及び電解側給水バルブ71を介してボイラ60の伝熱管63に給水できるようにされる。この酸素水素電気化学反応装置4の電解運転時には、給水バルブ62及び蒸気バルブ65は閉じられ、貯水槽15の給水は、給水ポンプ16にて給水ライン70よりバルブ71を介し伝熱管63を通過して加熱され、気液分離ドラム64で気液分離された蒸気が電解側バルブ72を介して蒸気供給ライン73に流れ、さらに熱交換器20を介して水素極マニホールド10に導かれ、電力調整装置3からの余剰電力で電気分解される。この場合、水素極側マニホールド10から排出される H_2 と H_2O との混合ガスは、熱交換器20で、入口ガスと熱交換されて熱回収された後、分離装置21で H_2 と H_2O とに分離され、 H_2O は貯水槽15に戻され、 H_2 は、コンプレッサ22で昇圧された後、貯蔵ライン74より貯蔵用バルブ23を介して H_2 貯槽24に貯蔵される。また酸素は酸素極側マニホールド11より熱交換器30を通して、酸素リッチガスとしてボイラ60の燃

焼用空気として使用される。なおこの場合 H_2 貯槽24に貯蔵されている H_2 を適宜ポンプ25より水素利用ライン75及びバルブ76を介してボイラ60の燃料として使用してもよい。

また発電運転の際には、 H_2 貯槽24に貯蔵される水素は、ポンプ25より水素供給ライン13及び水素供給バルブ77を介して水素極側マニホールド10に供給され、酸素は空気供給ライン14より酸素極側マニホールド11に供給されて発電が行われる。この場合ボイラ60は、給水バルブ62及び蒸気バルブ65が開かれてタービン67が駆動されて発電機が駆動される。

第6図は、本発明のさらに他の実施例を示すもので、酸素水素電気化学反応装置4の代りに電解槽4aと燃料電池4bの二つに別けて構成したものである。この第6図は基本的には電解式水素製造装置1Aと、燃料電池プラント1Bと、これら電解式水素製造装置1Aと燃料電池プラント1Bと電源ライン2とを接続する電力調整装置3からなる。

先ず電解式水素製造装置1Aは、水を水蒸気の状態に電気分解して水素と酸素に電気分解する H_2O 電解槽4aからなり、その電解槽4a内の電極が電力調整装置3の交直変換器3aに接続される。電解槽4aへ供給する原料である水蒸気は貯水槽15aから給水ポンプ16aにて給水ライン70よりバルブ71を介して伝熱管63で加熱され、気液分離ドラム64で気液分離された蒸気が電解側バルブ72を介して蒸気供給ライン73に流れ、さらに熱交換器20aを介して電解槽4aに導かれ、そこで電力調整装置3からの余剰電力で電気分解される。

この電解槽4a内で H_2O は、上記(1)式に示す反応で分解され、水素極(陽極)側に水素ガスが発生し、また酸素極(陰極)側に酸素ガスが発生する。

なおこの時電解槽4a内では供給された H_2O の全量が(1)式の反応で消費されないため、水素極の出口側では H_2O と H_2 との混合ガスが出ていくこととなる。

電源ライン2より不足電力を補うための電力として供給される。

なお燃料電池4bの水素極の出口からは H_2O 、 H_2 の混合ガスが排出され、また酸素極の出口からは O_2 濃度の薄くなった空気がそれぞれ別個に排出される。水素極の出口からの H_2O 、 H_2 の混合ガスは熱交換器20bで入口ガスと熱交換されて熱回収された後、分離装置21bで H_2O と H_2 とに分離され、 H_2O は貯水槽15bに戻され、 H_2 は、コンプレッサー22bで昇圧された後、再度 H_2 貯槽24bからの H_2 と共に燃料電池4bの水素極側に循環される。また酸素極の出口の O_2 濃度の薄くなった空気は、熱交換器30bを通り、そこで入口側空気と熱交換された後系外に排出される。

貯水槽15bに戻された H_2O は、ポンプ16bにて電解式水素製造装置1Aの貯水槽15aに移送され、また電解式水素製造装置1Aの H_2 貯槽24aに貯蔵された H_2 は、ポンプ25aよりバルブ76bを介して適宜燃料電池プ

この混合ガスは、熱交換器20aで、入口ガスと熱交換されて熱回収された後、分離装置21aで H_2O と H_2 とに分離され、 H_2O は貯水槽15aに戻され、 H_2 は、コンプレッサー12aで昇圧された後、 H_2 貯槽24aに貯蔵される。また酸素は酸素極側より熱交換器30aを通して系外に排出されるようになっている。

他方燃料電池プラント1Bは、電解質を水素極と酸素極で挟んで形成された燃料電池4bからなり、その水素極に H_2 を供給し、酸素極に O_2 を供給することで水の電気分解と逆の反応で発電を行うようになっている。

先ず H_2 貯槽13b内の H_2 は、ポンプ25bにて熱交換器20bを通して燃料電池4bの水素極側に導入され、他方酸素は、大気がエアフィルタ28bを介してコンプレッサー29bに導入され昇圧され、熱交換器30bを通して燃料電池4bの酸素極側に導入される。

この燃料電池4bで発生した直流電力は、電力調整装置3の直交変換器3bにて交流に変換され、

プラント1Bの H_2 貯槽24bに移送されるようになっており、また適宜水素利用ライン75、バルブ76aを介してボイラ60に燃料として供給される。

なお電解式水素製造装置1Aの電解槽4aには、エアフィルタ15a、コンプレッサー16a、熱交換器17aを介して空気が供給できるようになっている。

以上において、電力が余剰な時に、電解式水素製造装置1Aを運転する。すなわち電源ライン2から直交変換器3aを介して電解槽4aに余剰電力を供給し、ボイラ60から蒸気供給ライン73を介して電解槽4aに供給された水蒸気を電気分解して H_2 を製造し、その H_2 を H_2 貯槽24aに貯蔵すると共に適宜燃料電池プラント1Bの H_2 貯槽24bに移送する。また電力が不足する時には、燃料電池プラント1Bを運転し、 H_2 貯槽24bの H_2 を燃料電池4bの水素極側に供給し同時に空気を酸素極に供給して発電を行い、得られた電力を直交変換器3bを介して電源ライン

2 に供給する。

この第6図の実施例においては、電解式水素製造装置1Aと燃料電池プラント1Bとを電力貯蔵運転と発電運転を交互に切り替えて運転するが、両者は独立しているため、双方を同時にラップした状態でも運転できる。

〔発明の効果〕

以上説明したことから明らかなように本発明によれば次のごとき優れた効果を発揮する。

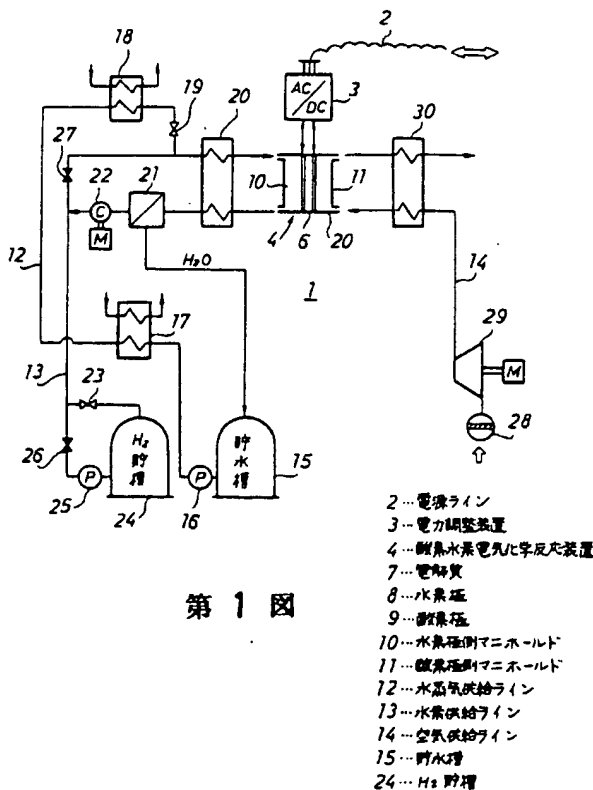
- (1) 余剰電力で水蒸気を電解して水素として貯蔵することで、貯蔵時の減耗損失が少なく、全体として極めて高効率な電力貯蔵装置とすることができる。
- (2) 貯蔵した水素を電気化学反応で発電することで効率の良い発電が行える。

4. 図面の簡単な説明

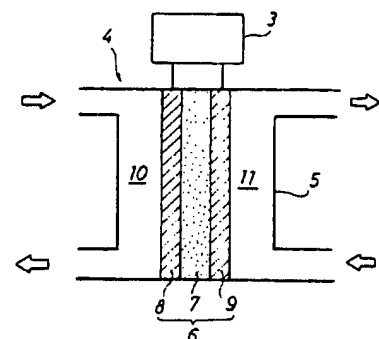
第1図は本発明の一実施例を示す系統図、第2図は第1図の酸素水素電気化学反応装置の詳細断面図、第3図は第2図の酸素水素電気化学反応装置の温度に対する理論、電解及び発電電

圧特性を示す図、第4図は第1図の変形例を示す系統図、第5図は第1図の他の変形例を示す系統図、第6図は第5図の変形例を示す系統図である。
 図中、2は電源ライン、3は電力調整装置、4は酸素水素電気化学反応装置、7は電解質、8は水素極、9は酸素極、10は水素極側マニホールド、11は酸素極側マニホールド、12は水蒸気供給ライン、13は水素供給ライン、14は空気供給ライン、15は貯水槽、24はH₂貯槽である。

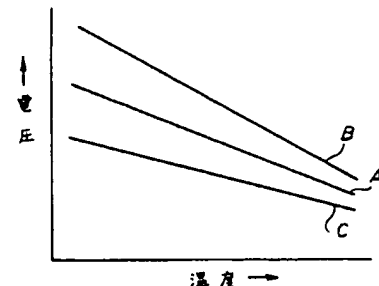
特許出願人 東京電力株式会社
 三菱重工業株式会社
 代理人井理士 網谷 信雄



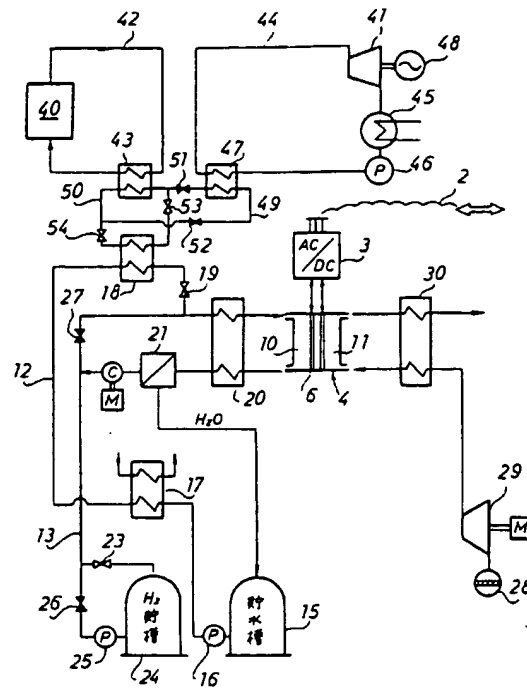
第1図



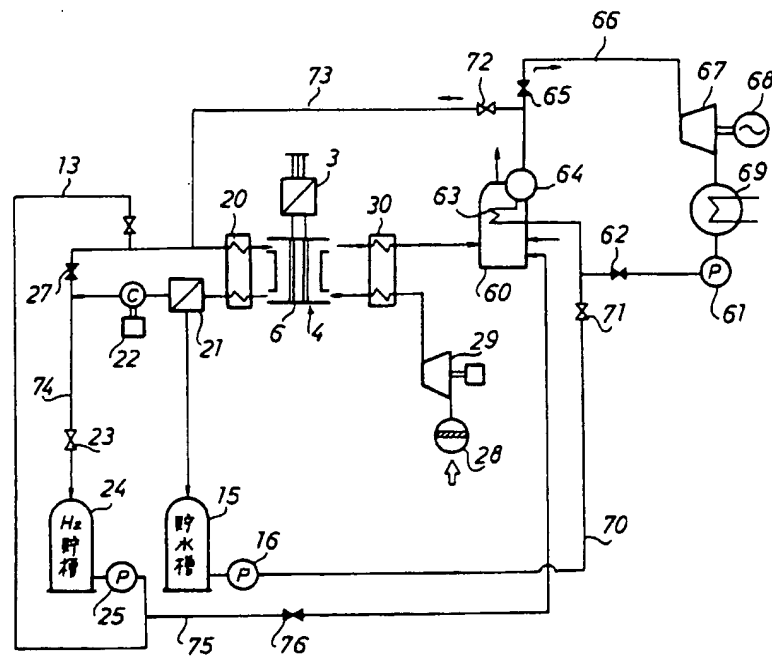
第2図



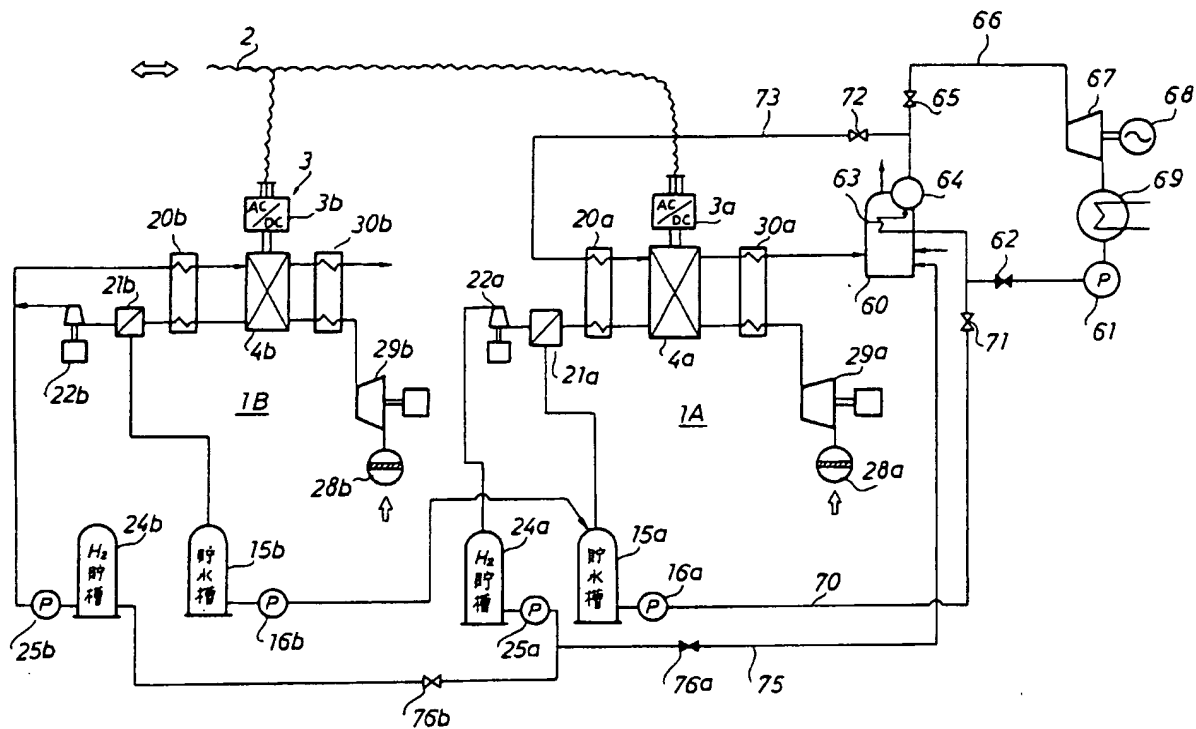
第3図



第 4 図



第 5 図



第 6 図